

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 5 : <p style="text-align: center;"><b>H04B 1/30, H03D 1/22</b></p>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 94/10756</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>11. Mai 1994 (11.05.94)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE93/01034</b> (22) Internationales Anmeldedatum: <b>28. Oktober 1993 (28.10.93)</b> (30) Prioritätsdaten: <b>P 42 36 547.3</b> <b>29. Oktober 1992 (29.10.92)</b> <b>DE</b> (71) Anmelder (nur für JP): <b>DATARADIO ENGINEERING &amp; CONSULTING GMBH [DE/DE]; Rogahner Strasse 66, D-19061 Schwerin (DE).</b> (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : <b>BEHRENT, Hermann [DE/DE]; Langenstücken 14, D-22958 Kuddewörde (DE).</b> (81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US.</b>		<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: **HOMODYNE RECEIVER AND PROCESS FOR CORRECTING THE CONVERTED RECEIVING SIGNAL**

(54) Bezeichnung: **HOMODYNEMPFÄNGER UND VERFAHREN ZUR KORREKTUR DES KONVERTIERTEN EMPFANGSSIGNALS**

(57) Abstract

The invention pertains to a homodyne receiver, in particular for angle-modulated carrier signals in which the converted signal (ZF) has a d.c. voltage portion, and a process for correcting the converted receiving signal. Essentially three classes of errors occur with homodyne receivers: d.c. offset, amplitude difference and phase errors between the in-phase (I) and quadrature (Q) branches. Standard adjustments of the local oscillator with phase-locked loop (PLL) do not work in the case of weak signals. To use cost-effective, rapid analog/digital converters, particularly the d.c. offset has to be separated out. In so far as this has been done previously and the I and Q signals were corrected also, these corrections could be accomplished only with expensive components in the RF class. To avoid this the invention provides an arithmetic unit that is designed for converting into a circle the ellipse set by the distorted I and Q signals. The ellipse parameters are determined in particular by means of an equalizing computation using at least five samples of the I and Q signals. From the ellipse parameters the errors causing the elliptical form are then calculated and compensated.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Homodynempfänger, insbesondere für winkelmulierte Trägersignale, bei denen das konvertierte Signal (ZF) einen Gleichspannungsanteil (DC-Anteil) aufweist, und ein Verfahren zur Korrektur des konvertierten Empfangssignals. Bei Homodynempfängern entstehen im wesentlichen drei Fehlergruppen. Der DC-Offset, der Amplitudenunterschied und der Phasenfehler zwischen dem I- und Q-Zweig. Übliche Regelungen des lokalen Oszillators mit PLL versagen bei schwachen Signalen. Um kostengünstige und schnelle AD-Wandler einzusetzen, ist insbesondere der DC-Offset abzutrennen. Soweit dies bisher erfolgte auch und die I- und Q-Signale korrigiert wurden, waren diese Korrekturen nur bei aufwendigen Bauteilen in der HF-Gruppe zu erreichen. Um dies zu vermeiden, ist ein Rechenwerk vorgesehen, das zur Umrechnung der von den verzerrten I- und Q-Signalen aufgespannten Ellipse in einen Kreis ausgebildet ist. Die Ellipsenparameter werden insbesondere mittels einer Ausgleichsrechnung über mindestens fünf abgetastete Werte der I- und Q-Signal ermittelt. Aus den Ellipsenparametern werden dann die die Ellipsenform hervorruhenden Fehler berechnet und kompensiert.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauritanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowakeien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Letland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam



## Homodynempfänger und Verfahren zur Korrektur des konvertierten Empfangssignals

Die Erfindung betrifft einen Homodynempfänger (Direct Conversion-Empfänger), insbesondere für winkelmodulierte Trägersignale, speziell auch solchen, bei denen das konvertierte Signal(ZF) einen Gleichspannungsanteil (DC-Anteil) aufweist, und ein Verfahren zur Korrektur des konvertierten Empfangssignals.

Direct Conversion-Empfänger sind zum Beispiel aus DE 29 02 952 C2 bekannt. Hiernach genügt es theoretisch, das Empfangssignal gegebenenfalls nach einer Vorverstärkung mit der von einem lokalen Oszillator erzeugten Trägerfrequenz zu mischen und dabei entstehende hohe Summenfrequenzen mit einem Tiefpaß abzutrennen. Das gefilterte Signal soll dem demodulierten Signal entsprechen. Die Frequenz des lokalen Oszillators soll in einer Phasenregelschleife (Phase-Locked Loop; PLL) auf die Trägerfrequenz eingestellt werden. Die PLL zur Frequenz- und Phasenregelung ist erforderlich, weil bei gebräuchlichen Referenzsignalquellen grundsätzlich eine mehr oder minder große Frequenzabweichung zur Trägerfrequenz besteht. Die Synchronisation des lokalen Oszillators mit der Trägerfrequenz bzw. Frequenz des sendenden Oszillators muß also erst erzwungen werden. Hierzu wird der empfangene Träger als Referenzsignal für die Regelung herangezogen. Das zur Regelung des lokalen Oszillators verwendete Fehlersignal kann, wenn das empfangene Signal sehr schwach ist und auf dem Übertragungsweg gestört wird, nicht von dem bei der direkten Umsetzung des modulierten Trägersignals entstehenden DC-offset unterschieden werden. Die PLL-Regelung versagt dann.



Nach GB 2 192 506 wird das winkelmodulierte Eingangssignal in zwei Zweige aufgeteilt und zu den beiden Zweigen die Frequenz eines lokalen Oszillators zugemischt, wobei für einen Zweig eine Phasenverschiebung der zugemischten Frequenz von  $90^\circ$  eingestellt ist. Das Mischsignal in dem Zweig ohne Phasenverschiebung wird als in-phase Signal (I), das Mischsignal in dem Zweig mit Phasenverschiebung wird als Quadratursignal (Q) bezeichnet. Es sind Tiefpaßfilter und Analog-Digitalwandler vorgesehen. Die digitalen Signale aus beiden Zweigen werden einem digitalen Signalprozessor (DSP) zugeleitet. In diesem wird aus dem I- und Q-Signalen das demodulierte Signal berechnet. Auch die I- und Q-Signale weisen einen von der direkten Umsetzung des modulierten Trägersignals stammenden DC-offset auf. Weitere ungewollte DC-offsets können durch das Übersprechen des lokalen Oszillators auf die Signaleingänge des Mischers und durch die relative Phasenlage des lokalen Oszillators zum Träger des empfangenen Signals entstehen. Gegebenenfalls eingefügte Verstärker führen ebenfalls zu einem weiteren DC-offset. Die Gesamtheit der DC-offset-Spannungen (folgend aus Betriebstemperatur, der Alterung der Bauteile, Phasenlage, Übersprechen, Verstärker-offset) kann bei sehr kleinen Eingangssignalen etliche zehntausendmal größer sein als das Nutzsignal, so daß ein AD-Wandler einen großen Dynamikbereich haben muß, um das Nutzsignal noch auflösen zu können. Damit ist die Verwendung kostengünstiger und schneller AD-Wandler bei der erforderlichen Auflösung des Nutzsignals weitestgehend ausgeschlossen.

Für Heterodynempfänger wurde die Verwendung eines Bandpasses für das ZF-Signal zum Beispiel in W088/10033 vorgeschlagen. Damit wird ein DC-offset abgetrennt. Mit dem DC-offset werden aber auch DC-Anteile des



konvertierten Signals durch die Bandpässe abgetrennt. Bei vielen Modulationsarten enthält der (kurzzeitige) DC-Anteil des konvertierten Signals Informationen über das modulierende Signal. Mit der Abtrennung des DC-Anteils des konvertierten Signals gehen demzufolge auch Informationen des modulierenden Signals verloren, woraus eine erhebliche Störung des demodulierten Signals folgt. Insbesondere wird der Klirrfaktor erhöht.

Weitere wesentliche Anteile, die zu störenden Verzerrungen der orthogonalen Quadratursignale im Basisband beim Homodynempfänger führen, sind neben dem DC-offset der Amplitudenunterschied und der Phasenfehler zwischen dem I- und Q-Zweig. Der Amplitudenunterschied entsteht bei der Aufteilung des Eingangssignals und die ungleiche Verstärkung in den Signalzweigen. Der Phasenfehler entsteht durch die Ablage der beiden LO-Signale an den zwei Mischern von den nominell erforderlichen  $90^\circ$  und die unterschiedlichen Phasenbeläge in den zwei Signalzweigen.

Ein Verfahren zur Korrektur von Amplituden- und Phasenfehlern in den I- und Q-Signalen wurde bereits in der DE 39 38 671 A1 beschrieben. Dort wurden die I- und Q-Signale in neue Signale umgerechnet, die einen geringeren Amplituden- und Phasenfehler aufweisen. Es tritt jedoch eine Frequenzverdopplung ein, die bei der Weiterverarbeitung höhere Abtastfrequenzen erforderlich macht. Dies ist mit erhöhtem Aufwand verbunden. Außerdem können bei begrenzt zulässigem Klirrfaktor und bei Vermeidung von zusätzlichen Tönen nur sehr kleine Fehler der I- und Q-Signale zugelassen werden, die nur mit aufwendigen Bauteilen in der HF-Baugruppe zu erreichen sind. Das Verfahren führt daher nicht zu einer weitgehenden Fehlerkorrektur



EP 0 343 273 A1 betrifft eine Korrekturschaltung für ein digitales Quadratur-Signalpaar. Es werden Offset-Fehler, Amplitudenfehler und Phasenfehler korrigiert. Hierbei wird davon ausgegangen, daß das verzerrungsfreie Signal ohne die genannten Fehler einen Kreis in Mittelpunktslage darstellt. Die Verzerrungen führen zur Verschiebung des Kreises aus dem Ursprung (Offset), zur Abflachung des Kreises zur Ellipse (Amplitudenfehler) und zur Schwerung bzw. Drehung der Ellipse, wobei von einer Polarkoordinatendarstellung von In-Phase- und Quadratursignal ausgegangen wurde. Aus den Extremwerten der Ellipse werden Regelgrößen zur Korrektur von Offset, Amplitudenfehler und Phasenfehler abgeleitet. Abgesehen von den bekannten Anfälligkeiten derartiger Regelungen, wie Auftreten von Instabilitäten oder gar Resonanzen kann die vorgeschlagene Regelung nur dann vorgenommen werden, wenn das Signal weitestgehend ungestört ist. Nur dann beschreiben in der Polarkoordinatendarstellung die In-Phase- und Quadratursignale eine für die Regelung ausreichend genaue Ellipse. Bei praktisch vorliegenden Signalen sind aber zusätzlich zu den genannten Fehlergrößen bzw. Verzerrungen noch Störungen wie Signalrauschen überlagert. Die In-Phase- und Quadratursignale beschreiben dann in der Polarkoordinatendarstellung eine Punktwolke von grob gesehen elliptischer Form. In diesem Fall erscheint die vorgeschlagene Regelung nicht ausreichend funktionsfähig. Außerdem muß die Ortskurve ausreichend oft durchlaufen sein, so daß die einzelnen Werte sich auf der anzunehmenden Ellipse gleich verteilt einstellen. Dies gilt insbesondere, wenn, wie vorgesehen, eine Mittelung der Extremwerte erfolgen soll. Es wird darüberhinaus eine bevorzugte Schaltung für eine Extremwertbestimmung vorgeschlagen, bei der die Abklingzeit sehr viel größer als die Anstiegszeit ist. Damit werden am Rand der Punktwolke liegende Werte in die Bestimmung der Extremwerte stärker einbezogen als weiter innen lie-



des lokalen Oszillators führen zu in den Signalzweigen angeordneten Mischern zur Erzeugung des I- bzw. Q-Signals. In den beiden Signalzweigen sind Tiefpässe zur Unterdrückung von unerwünschten Mischprodukten, Trägerresten vorgesehen. Zweckmäßigerweise werden zusätzlich Signalverstärker in den beiden Signalzweigen angeordnet. Die beiden Signalzweige werden einem Rechenwerk, vorzugsweise einem digitalen Signalprozessor (DSP), zugeführt. Zwischen den Signalverstärkern und dem DSP sind zweckmäßigerweise geeignete Analog-Digitalwandler angeordnet. Die AD-Wandlung kann aber auch im Rechenwerk selbst erfolgen.

In einem bevorzugten Rechenwerk werden die quasiorthogonalen Signale I. und Q synchron abgetastet, AD-gewandelt und dann als Wertepaar zu einer anschließenden Analyse herangezogen. Die Wertepaare entsprechen Punkten auf einer Ellipse, die durch Meßfehler durch die Umsetzung und durch Störungen aus dem Übertragungskanal aufgespannt ist.

Die auf der Ellipse beziehungsweise in deren Umgebung liegenden abgetasteten I- und Q-Werte werden im Rechenwerk in entsprechende, in der Umgebung eines Kreises um den Koordinatenursprung liegende Werte umgerechnet.

Durch eine Ausgleichsrechnung, z.B. mit einer linearen Regression - I.O.KERNER "Bester Kegelschnitt durch n Punkte" ZAMM 59, 396-397 (1979), oder mit einer orthonalen Regression - G. GEISE u. I. STAMMLER "Koordinatensystem-invariante Ausgleichskegelschnitte" Beiträge zur Algebra und Geometrie 21 ( 1986), 125-144, werden die charakteristischen fünf Parameter zur Beschreibung der am besten passenden Ellipse oder der am besten passenden elliptischen Spirale durch fünf oder



mehr gemessene und ausgewählte Punkte im Rechenwerk bestimmt.

Mit den so ermittelten Parametern werden die Werte der Fehler (Ablagen) berechnet. Es wird eine Entzerrung durch eine Rücktransformation der gemessenen Wertepaare aus der Umgebung der Ellipse in die des ursprünglichen Kreises ausgeführt. Damit sind dann die durch die Instrumentierung der Konvertierung verursachten Verzerrungen weitestgehend aufgehoben und das Signal wird zur Demodulation bereitgestellt.

Das demodulierte Signal wird dann von den Verzerrungen durch die Ablage des LO's befreit.

Bevorzugt weist der verwendete lokale Oszillator eine Frequenzablage zur Trägerfrequenz des empfangenen Signals auf. Bei bisher üblichen Empfängern wurde dies möglichst zu vermeiden versucht. Teilweise wurden sogar aufwendige Regelschleifen verwendet, um die Frequenz des lokalen Oszillators möglichst genau auf die Trägerfrequenz abzustimmen. Verglichen damit gibt die Erfindung eine gegensätzliche Lehre. Die Frequenz des lokalen Oszillators soll sich von der Trägerfrequenz so weit unterscheiden, daß die eigentlichen DC-Anteile des konvertierten Signals in den Durchlaßbereich der Bandpässe angehoben werden. Anders ausgedrückt soll die Frequenzablage so gewählt werden, daß sie im Durchlaßbereich der Bandpässe liegt. Es kommt also nicht auf eine zufällige Abweichung der Frequenz des lokalen Oszillators von der Trägerfrequenz an, sondern die Frequenzabweichung des lokalen Oszillators von der Trägerfrequenz ist auf den unteren Durchlaßbereich der Bandpässe abgestimmt.



Durch die Frequenzablage des lokalen Oszillators wird das Spektrum des nach den Mischern vorliegenden konvertierten Signals um die Frequenzablage verschoben. Durch die erfindungsgemäße Bemessungsregel für die Frequenzablage wird der eigentliche DC-Anteil des konvertierten Signals nicht mit dem DC-offset abgetrennt. Durch die erfindungsgemäße Auswahl der Frequenz des lokalen Oszillators in Verbindung mit der so durchgeführten AC-Kopplung wird vorteilhafterweise der Dynamikbereich für den AD-Wandler eingeschränkt ohne Informationen des modulierenden Signals zu verlieren.

Durch die erfindungsgemäß eingestellte Frequenzablage des lokalen Oszillators wird bewußt eine Verzerrung des demodulierten Signals eingestellt. Auch dies führt in eine zu der bisherigen Vorgehensweise entgegengesetzte Richtung. Die durch die Frequenzablage erzeugte Verzerrung kann im Vergleich zu den übrigen Verzerrungen, die durch den Bandpaß abgetrennt sind, relativ leicht in dem Rechenwerk kompensiert werden. Durch die erfindungsgemäße Kombination einer AC-Kopplung einerseits und der bewußten Einstellung einer Frequenzablage des lokalen Oszillators andererseits werden schwer abtrennbare Verzerrungen durch eine kompensierbare Verzerrung ersetzt. Es können kostengünstige AD-Wandler mit einem Dynamikbereich verwendet werden, der an den Dynamikbereich des Nutzsignals angepaßt ist.

Grundsätzlich muß die Frequenzablage (Differenz zwischen Frequenz des lokalen Oszillators und der Trägerfrequenz) im Durchlaßbereich des Bandpasses liegen. Die Frequenzablage muß also zwischen unterer Grenzfrequenz und oberer Grenzfrequenz des Bandpasses liegen. Da mit der Frequenzablage nicht nur der DC-Anteil des Basisbandsignals angehoben wird, sondern dies für alle Frequenzen des Basisbandsignals zutrifft, muß die



Frequenzablage so gewählt werden, daß auch noch die größte zu erwartende (verschobene) Frequenz des Basisbandsignals im Durchlaßbereich des Bandpasses liegt. Es ist ferner der Sperrbereich zwischen mehreren Übertragungskanälen zu beachten. Unter Annahme eines idealen Bandpasses kann die maximale Frequenzablage den halben Wert der Differenz zwischen dem Kanalmittenabstand und der genutzten Kanalbreite annehmen. Bei einem realen Bandpaß muß die Frequenzablage in Abhängigkeit von der Flankensteilheit kleiner sein. Die Flankensteilheit an der unteren Grenzfrequenz des Bandpasses bestimmt auch die minimal erforderliche Frequenzablage des lokalen Oszillators.

Der erfindungsgemäße Homodynempfänger weist ein Rechenwerk auf, das zur Kompensation der durch die konstante Frequenzablage des lokalen Oszillators von der Trägerfrequenz erzeugten Verzerrung ausgebildet ist.

Die erfindungsgemäß erzeugte Verzerrung durch die Frequenzablage ist als zusätzliche stetige Phasenänderung des modulierten Signals erkennbar. Sie bewirkt eine kontinuierliche Rotation des Basisbandvektors. Die Kompensation der durch die konstante Frequenzablage erzeugten zusätzlichen stetigen Phasenänderung kann zum Beispiel durch eine stückweise Mittelwertbildung des demodulierten Signals erfolgen. Bei einer Modulation mit digitalen Informationen kann die durch die konstante Frequenzablage erzeugte Verzerrung des demodulierten Signals als Steigung einer Ausgleichsgeraden im Phasen-Zeitdiagramm bestimmt und kompensiert werden.

Zur Kompensation der durch die Frequenzablage des LO verursachten Fehler kann aber auch eine im Empfänger als bekannt vorauszusetzende Eigenschaft des Signals gesucht und bewertet werden. Als bekannt vorauszusetzende



Eigenschaft ist bei analogen Sprachsignalen seine DC-Freiheit, bei digitalen Signalen entweder die Modulationsart mit relativ stationären Aufenthalts- oder Umkehrorten des Signalvektors oder die sogenannten Trainingssequenzen, zum Beispiel bei GSM und DECT oder modulationsfreie CW-Abschnitte anzusehen. Die Entzerrung der Basisbandsignale erfolgt in der Erfindung so weitreichend, daß auf jegliche Rückführung von abgeleiteten Regelsignalen zur Kontrolle des LO's verzichtet werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird anhand der schematischen Darstellung in Fig. 1 erläutert. Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild eines Homodynempfängers mit nachgeschaltetem Rechenwerk.

Über die Leitung 1 wird das empfangene Signal einem Signalteiler 2 zugeführt. In dem Signalteiler 2 wird das empfangene Signal in einen ersten Anteil und einen zweiten Anteil aufgeteilt. Der erste Anteil wird über die Leitung 3 einem Mischer 4 zugeführt. In dem Mischer 4 wird der erste Signalteil mit dem am direkten Ausgang 12 des lokalen Oszillators 11 anliegenden Signal gemischt. Hierdurch entsteht im Mischer 4 das In-phase-Signal (I). Dieses Signal wird über die Leitung 5 dem Bandpaß 6 zugeführt. Dort werden unerwünschte Mischprodukte, Trägerfrequenzreste, aber auch DC-offsets abgetrennt. Das gefilterte Signal wird über die Leitung 7 einem Signalverstärker 8 zugeführt. Das verstärkte Signal wird über die Leitung 9, gegebenenfalls nach Zwischenschaltung eines AD-Wandlers, dem Rechenwerk 10 zugeführt. Der zweite im Signalteiler 2 erzeugte Signalteil wird über die Leitung 16 dem Mischer 15 zugeführt. Im Mischer 15 wird das am Ausgang 13 des lokalen Oszillators 11 anliegende, über die Leitung 14 zugeführte, um  $90^\circ$



phasenverschobene Signal des lokalen Oszillators 11 mit dem zweiten, über die Leitung 16 zugeführten Signalteil gemischt. Das Mischprodukt, das als Quadratursignal (Q) bezeichnet wird, wird über die Leitung 17 dem Bandpaß 18 zugeführt. Die Funktion des Bandpasses 18 entspricht derjenigen des oben beschriebenen Bandpasses 6. Das gefilterte Q-Signal wird über die Leitung 19 einem Signalverstärker 20 zugeleitet. Hiervon wird es gegebenenfalls nach einer nicht dargestellten Analog-Digitalwandlung mit der Leitung 21 in das Rechenwerk 10 geführt. Dort erfolgt die Umrechnung der in der Umgebung der Ellipse liegenden I- und Q-Werte auf die in der Umgebung eines im Koordinatenursprung angeordneten Kreises liegenden Werte.

Dazu werden zunächst in einer Ausgleichsrechnung die Parameter der Ellipse bestimmt. Danach werden aus der parametrisierten Ellipse die die Ellipse verursachenden Fehler berechnet. Anschließend werden in den verzerrten I- und Q-Signalen die ermittelten Fehler kompensiert.

Im Rechenwerk 10 wird auch die Demodulation mittels der I- und Q-Signale durchgeführt. Hier entsteht ansich das demodulierte Signal, dies ist jedoch noch wegen der erfindungsgemäß vorgesehenen Frequenzablage des lokalen Oszillators verzerrt. Die Verzerrung ist im Phasen-Zeitdiagramm zum Beispiel, wenn das modulierende Signal Sprache ist, als stetiger überlagerter Anstieg im Phasen-Zeitdiagramm erkennbar. Dieser stetige Anstieg wird im Rechenwerk durch stückweise Mittelwertbildung bestimmt und kann dann kompensiert (subtrahiert) werden. Mit der Leitung 22 wird das demodulierte, entzerrte Signal zu weiteren Baugruppen geführt.

In einer besonderen Ausführung kann vorgesehen sein, daß der lokale Oszillator 11 regelbar ist, um "spread



spectrum" Anwendungen zu ermöglichen. Hierfür kann eine Steuerleitung 23 vom Rechenwerk 10 zum lokalen Oszillator 11 führen. Auch hierbei bleibt die erfindungsgemäße vorgesehene Frequenzablage erhalten.



### Patentansprüche

1. Homodynempfänger mit einem Signalteiler, einem lokalen Oszillator mit einem direkten und einem phasenverschobenen Ausgang, mit zwei Mischern zur Erzeugung von I- und Q-Signal, zwei Bandpässen zur Unterdrückung von unerwünschten Mischprodukten und Trägerresten und DC-offsets, zwei Signalverstärker und einem Rechenwerk zur Entzerrung, welches zur Umrechnung der von den verzerrten I- und Q-Signalen aufgespannten Ellipse in einen Kreis ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechenwerk zur Bestimmung der Ellipsenparameter mittels einer Ausgleichsrechnung über mindestens 5 abgetastete Werte der I- und Q-Signale ausgebildet ist.
2. Homodynempfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechenwerk zur Bestimmung der die Ellipsenform hervorrufenden Fehler aus den ermittelten Ellipsenparametern ausgebildet ist.
3. Homodynempfänger nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechenwerk zur Kompensation der die Ellipse hervorrufenden Fehler ausgebildet ist.
4. Homodynempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der lokale Oszillator eine definierte Frequenzablage zur Trägerfrequenz aufweist, so daß die Differenzfrequenz zwischen Trägerfrequenz und Oszillatorfrequenz im Durchlaßbereich der Bandpässe liegt.
5. Verfahren zur direkten Konvertierung und Korrektur des konvertierten Empfangssignals eines Homodynempfängers durch Aufteilung des empfangenen



Signals in zwei Signalzweige, Mischung des ersten Signalzweiges mit dem Signal eines lokalen Oszillators, Mischung des zweiten Signalzweiges mit dem um  $90^\circ$  verschobenen Signal eines lokalen Oszillators, Bandpaßfilterung, Verstärkung, AD-Wandlung und Demodulation sowie Entzerrung in einem Rechenwerk, in dem die Umrechnung der von den verzerrten I- und Q-Signalen ausgespannten Ellipse in einen Kreis im Ursprung erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß im Rechenwerk die Parameter einer Ausgleichsellipse durch mindestens 5 abgetastete Werte der I- und Q-Signale bestimmt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Ellipsenparametern die die Ellipse verursachenden Fehler bestimmt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in den verzerrten I- und Q-Signalen die Fehler kompensiert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die I- und Q-Signale demoduliert werden, die stetige Phasenänderung durch stückweise Mittelwertbildung oder durch Bestimmung der Steigung einer Ausgleichsgeraden im Phasen-Zeitdiagramm bestimmt und kompensiert wird.



1 / 1

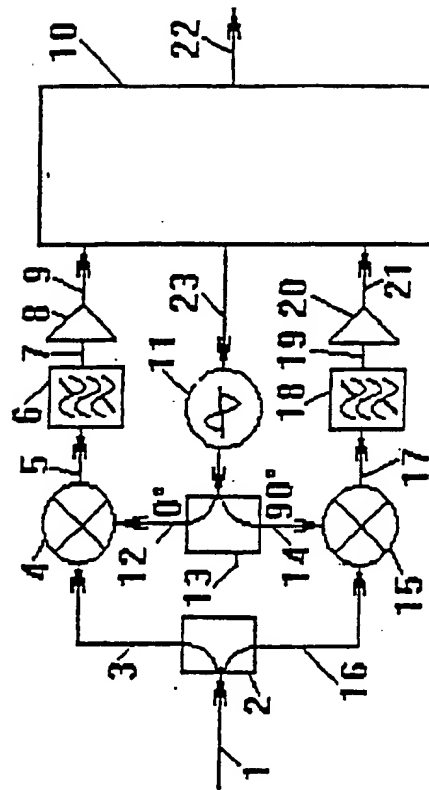


Fig. 1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE93/01034

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.5 H04B 1/30 H03D 1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.5 H04B H03D H04L H03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	40TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE; May 1990 ORLANDO, FL, US; pages 668-674 XP204191 SCHULTES ET AL.'A NEW INCOHERENT DIRECT CONVERSION RECEIVER' see page 668, column 1, line 21- column 2, line 28; see page 670, column 1, line 10- page 671, column 2, line 8; figure 1	1, 4, 5
A	EP, A, 0 490 275 (HUGHES AIRCRAFT) 17 June 1992 see abstract; figure 1	1, 4, 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"B" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 1994 (15.03.94)

Date of mailing of the international search report

5 April 1994 (15.04.94)

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.



### Information on patent family members

PCT/DE 93/01034

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales . Kennzeichen .

PCT/DE 93/01034

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 5 H04B1/30 H03D1/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikations symbole)

IPK 5 H04B H03D H04L H03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	40TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE Mai 1990, ORLANDO, FL, US Seiten 668 - 674 XP204191 SCHULTES ET AL 'A New Incoherent Direct Conversion Receiver' siehe Seite 668, Spalte 1, Zeile 21 - Spalte 2, Zeile 28 siehe Seite 670, Spalte 1, Zeile 10 - Seite 671, Spalte 2, Zeile 8; Abbildung 1 ----	1,4,5
A	EP,A,0 490 275 (HUGHES AIRCRAFT) 17. Juni 1992 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,4,5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

'A' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. März 1994

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05. 04. 94

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5811 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Andersen, J



**Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören**

## Internationales Zeichen

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0490275	17-06-92	US-A- 5105195	14-04-92
		JP-A- 4269683	25-09-92
-----			